

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-201326

(43)Date of publication of application : 24.11.1983

(51)Int.Cl.

H01L 21/26
H01L 21/265
// H01L 21/20

(21)Application number : 57-085872

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 20.05.1982

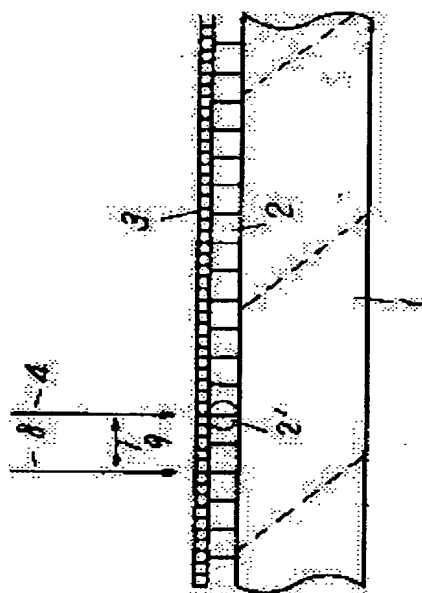
(72)Inventor : KAWASAKI KIYOHIO

(54) HEATING METHOD BY LASER AND HEATING APPARATUS THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To make long a time constant at the time of cooling and eliminate generation of crack by executing the scanning with a plurality of beams at an interval on the occasion of coating the substrate with a polycrystalline Si layer, covering it with a protection film, heating and fusing said film by irradiating laser beam and then cooling it for obtaining uniform Si layer.

CONSTITUTION: A polycrystalline Si layer 2 is deposited on a substrate 1 and it is covered with a protection film 3, the laser beam is irradiated to the layer 2 through the film 3 and thereby the layer 2 is once fused, thereafter it is cooled for recrystallization. In such a structure, as the laser beam, at least two beams 4 and 8 are used at the specified interval 9 and scanning is performed without changing the interval. Thereby, the layer 2 is partly fused 2' by the laser beam 4, and a longer recrystallization time can be obtained by irradiating the beam 8 before start of recrystallization. At this time, these beams are given the distance larger than the beam spot diameter and the power of beams may be gradually increased or decreased toward the scanning direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁 (JP)
 ◎ 公開特許公報 (A)

⑩ 特許出願公開
 昭58—201326

⑪ Int. Cl.³
 H 01 L 21/26
 21/265
 // H 01 L 21/20

識別記号

庁内整理番号
 6851—5F
 6851—5F
 7739—5F

⑫ 公開 昭和58年(1983)11月24日

発明の数 3
 審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑬ レーザ加熱方法および加熱装置

門真市大字門真1006番地松下電
 器産業株式会社内

⑭ 特 願 昭57—85872

⑮ 出 願 人 松下電器産業株式会社

⑯ 出 願 昭57(1982)5月20日

門真市大字門真1006番地

⑰ 発 明 者 川崎清弘

⑱ 代 理 人 弁理士 中尾敏男 外1名

明 細 書

1、発明の名称

レーザ加熱方法および加熱装置

2、特許請求の範囲

(1) 少なくとも2本以上のレーザビームを運動して走査しながら試料を照射することによって加熱することを特徴とするレーザ加熱方法。

(2) 運動して照射される複数のレーザビームは少なくともビームスポット以上の距離を保ち、電力密度が走査の順番に小さくなっていることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のレーザ加熱方法。

(3) 複数のレーザビームのビームスポットが同一で電力が走査の順番に小さくなっていることを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載のレーザ加熱方法。

(4) 複数のレーザビームの電力が同一でビームスポットが走査の順番に大きくなっていることを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載のレーザ加熱方法。

(5) 直交した2本のレーザ光源より得られた2本のレーザビームを前記レーザビームと45度の角度をなして配置されたハーフミラーに入射し、2本のレーザビームよりなる透過光および反射光をそれぞれ走査可能な試料台上の試料に照射することを特徴とするレーザ加熱装置。

(6) ハーフミラーを用いて2等分されたレーザビームの一方は直接に、また他の一方は複数のミラーとレンズ系または被反射器を含む光学係路を経て走査可能な試料台上の試料を照射することを特徴とするレーザ加熱装置。

3、発明の詳細な説明

本発明はレーザを用いた加熱処理に関するものであり、加熱される半導体膜の均一性を向上させることを目的とする。また本発明の別の目的は急激な冷却を抑制してストレスの発生を抑えることにある。

周知のようにレーザ光はコヒーレントな光であり、しかも単位面積あたりのエネルギー密度が大きい。半導体関係の分野では上記の特性を全かして

特開昭58-201326 (2)

イオン注入後のアニールや多結晶シリコン膜へのドーピング抵抗を下げるために用いられようとしている。吸収係数の大きいレーザ光を用いると半導体表面よりわずかに数 μm の深さにほとんど光エネルギーが吸収され、瞬時にして半導体表面が溶融し、レーザ光の照射が終ると1秒以下で冷却する。このためイオン注入された不純物分子は拡散する間もなく活性化されてイオン注入後の深さ方向の分布が維持される。また多結晶シリコンではレーザ照射による溶融と再結晶化によってグレイン(結晶粒界)サイズが大きくなってドーピング効率が向上しシート抵抗値が単結晶の場合と同等になるなど、集積回路の高速化や高密度化にとって重要な改善が期待されている。

多結晶シリコンのグレインサイズはCVD法による技術では堆積時の温度と膜厚によって異なるが1 μm を超えることは多く一般的には0.1 μm 前後であり、したがって自由電子の移動度も10 $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ を超えることはまれ。ところがレーザアニールを行なうとグレインサイズは容易に

10 μm を超えるものが得られ、自由電子の移動度も100 $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ を上回る値が報告されている。

しかしながらレーザのビームスポットが照射しようとする領域に比べかなり小さいために走査が必要であり、またビームスポット内のエネルギー分布の不均一性も加わって均一なレーザ照射が難しい。

第1図は多結晶シリコンにレーザ照射を行なう場合の工程断面図を示す。1は絶縁性基板で石英もしくは表面を酸化された単結晶シリコン基板が選ばれる。MOSトランジスタなどの半導体素子を形成するに際して600℃以上の高温工程を使用しなければ基板1はガラス板でも望まない。基板1上に多結晶シリコン膜2を例えば5000 \AA の厚みで被着する。外気による汚染と沸騰による飛散を防ぐためには例えば酸化シリコンなどの保護絶縁膜3を1000 \AA 程度多結晶シリコン膜2に被着しておくといふ。

第1図に示すようにビームスポット10~100 μm

出力1~10Wのアルゴンレーザ光4を多結晶シリコン膜2に照射しながら毎秒数 cm の速度でまず紙面と平行な方向に動かして基板1上の所定の領域の端まで進出し、次に紙面と垂直な方向にビームスポットの大きさの約半分、5~50 μm ほどステップ状に動かし再び端から端まで走査する。この操作を繰り返すことにより多結晶シリコン膜2をレーザ照射する。実際にはレーザ光4を固定しておいて基板1を動かす操作で走査を行なっている。

第2図はレーザ照射終了後の斜視図である。ビームスポットの走査路に沿って溶融、再結晶化した単結晶化したグレイン5が多数並び、しかもその大きさが10~100 μm とまちまちであるので縞状のむら6として視認される。さらに基板1と多結晶シリコン膜2との熱膨張係数の違いから冷却時に多数のひび割れ7を生じることが分った。このため第2図に示されたような多結晶シリコン膜2を用いてMOSトランジスタなどの半導体素子を作製すると特性の不揃いや低い歩留りが顕著

であるといった重大な欠点が知られている。

一つの改善例として特開昭56-142630号公報では多結晶シリコン膜2の溶融にはアルゴンレーザを用い、石英基板1の加熱には炭酸ガスレーザを用いてこれら2本のレーザ光を同時に照射することにより多結晶シリコン膜2と石英基板1との界面の組織歪みを小さくし、ひび割れ7の発生を抑制する手段が示されている。しかしながらグレインサイズ6の不揃いに因しては何ら改善されていない。

本発明は上記した問題点に鑑みなされたもので、冷却時の時定数を反くすることによりひび割れを抑制するとともにグレインサイズを揃えることを目的とする。本発明の要点は複数個のレーザビームの導入にあり第3~5図とともに本発明の実施例について説明する。

第3図はレーザ照射を行なう場合の工程断面図であり、第1のレーザビーム4に続いて第2のレーザビーム8がある距離9だけ離れて連動しながら多結晶シリコン膜2を走査していく様子を示し

特開58-201326 (3)

たものである。第1のレーザビーム4が照射された近傍の多結晶シリコン層2は直ちに溶融し、第1のレーザビーム4が動いていくと溶融していた多結晶シリコン層2は直ちに冷却し始め再結晶化も始まるわけであるが、第1のレーザビーム4の通過後ある時間において第2のレーザビーム8が照射されるので冷却し始めていた多結晶シリコン層2は再び光エネルギーを吸収し溶融が始まる。したがって第2のレーザビーム8のエネルギー密度を第1のレーザビーム4のエネルギー密度よりも小さくして多結晶シリコン層2が溶融しない程度に設定して再加熱するようにすれば冷却時の急激な温度低下を避けることができる。換言すれば冷却時の時定数を大きくすることができる。このため冷却時のストレスが緩和されて多結晶シリコン層2にひび割れが発生することは著しく減少する。また再結晶化も結晶化時間が長くなるのでグレインが十分に成長して径が $100\mu\text{m}$ を超える大きさに達するという優れた効果が得られる。

レーザビーム数を増すほど冷却時の時定数を大

きくできるのでストレスの緩和とグレインの大きさに関しては好ましい結果が得られるが、レーザ光源も含めて装置が大がかりになるので自ずと制約を受けることは言うまでもない。しかしながら最低限2本のレーザビームが必要ことは上記した実施例からも明らかである。すなわち多結晶シリコン膜を溶融するのに十分なエネルギー密度を有する第1のレーザビームと、溶融はしないが十分な加熱力を有する第2のレーザビームが必要である。また2つのレーザビームの位置関係は離れ過ぎてしまうと第1のレーザビーム通過後の冷却が進行し過ぎていくので冷却の時定数を大きくすることにならず本発明の効果が期待できない。逆に近づき過ぎて2つのレーザビームが重なり合ってしまうと重なり合った領域のエネルギー密度が大きくなり過ぎて多結晶シリコン層が飛散して飛散してしまう。したがって少なくとも2つのレーザビームが重ならない程度、換言すれば2つのレーザビームのビームスポットの大きさ以上離れているのが望ましい。

第4図は本発明の一実施例を示すシステム図で2台のレーザ光源10、11より2本のレーザビーム4、8を得てX-Y方向に走査可能な試料台12上に置かれた試料13に照射するものである。第2のレーザビーム8は先述したように第1のレーザビーム4よりもエネルギー密度が小さくなるように出力を調整するか、あるいはビームスポットの大きさがレンズ系によって可変され。なお試料台12はヒータなどにより昇温が可能で、試料13を基板加熱できるようにしていることは言うまでもない。この実施例では2本のレーザビームの出力とビームスポットの大きさと距離の選定が自由に選べるものの光源が2台必要のために装置が大きくなってしまふ欠点がある。

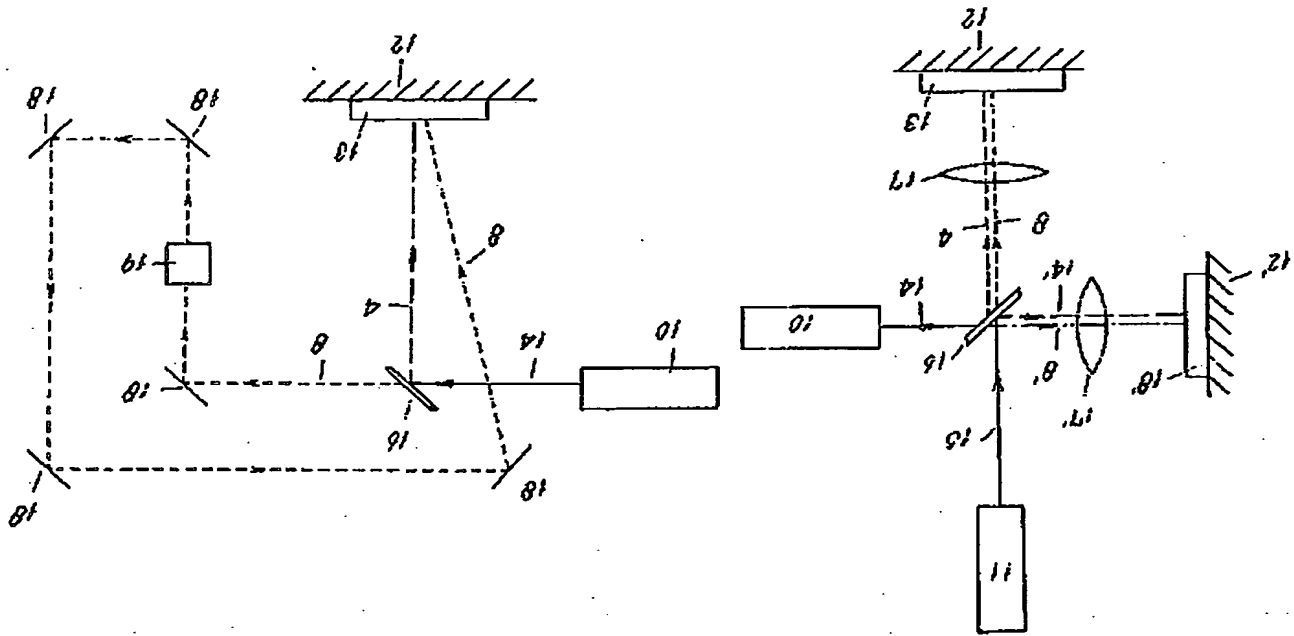
第5図は本発明の他の実施例を示すシステム図で、レーザ光源は2台必要であるが同時に2枚の試料がレーザ照射可能である。2台の直交した光源10、11より2本のレーザビーム14、15を得て、これらをレーザビームと45度の角度をなす位置に配置されたハーフミラー16に入射す

る。透過レーザビーム8と反射レーザビーム4および同じく4'と8'を一对のレーザ光線としてレンズ系17および17'でフォーカス調整のち試料台12、12'上の試料13、13'に照射する。本発明の趣旨にしたがって2台の光源は一方が必ず他方よりエネルギー密度が低いレーザ光を提供するように調整される。例えば出力が同じであればビームスポットが広がるように光源あるいはハーフミラー16に致るまでの経路で調整される。そして試料台12、12'は試料13、13'に照射される一对のレーザビームのうちエネルギー密度の高い方が先に照射されるよう走査される。

第6図は本発明の別の実施例を示すシステム図で光学系はやや複雑になるが光源が1台で済む点に特徴がある。光源10より得られたレーザビーム14はレーザビーム14と45度の角度をなすハーフミラー16に入射し2等分されて反射レーザビーム4と透過レーザビーム8に分割される。透過レーザビーム8は鏡面側のミラー18による傾斜側のミラー18による光学経路を経て、また

11110058-201326(5)

第 6 图



第 5 图

